



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA**  
**DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS**

**POTENCIAL INFLUÊNCIA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA QUALIDADE  
DA ÁGUA DO RIO ABIAÍ-PB**

**AMANDA MARIA DE FREITAS ARCANJO**

**JOÃO PESSOA-PB**  
**2014**

**AMANDA MARIA DE FREITAS ARCANJO**

**POTENCIAL INFLUÊNCIA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA QUALIDADE  
DA ÁGUA DO RIO ABIAÍ-PB**

Monografia apresentada ao Departamento de  
Geociências do Centro de Ciências Exatas e da  
Natureza da Universidade Federal da Paraíba,  
para obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Lucimary Albuquerque  
da Silva

**JOÃO PESSOA-PB  
2014**

Universidade Federal da Paraíba  
Biblioteca Setorial do CCEN

A668p    Arcanjo, Amanda Maria de Freitas.  
Potencial influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água  
do rio Abiaí-PB / Amanda Maria de Freitas Arcanjo. – João Pessoa, 2014.  
53p. : il. color.

Monografia (Bacharelado em Geografia) - Universidade Federal  
da Paraíba.  
Orientadora: Profa. Dra. Lucimary Albuquerque da Silva.

1. Geografia urbana. 2. Qualidade da água do rio Abiaí. 3. Uso e  
ocupação do solo. I. Título.

BS-CCEN/UFPB

CDU 911.375.6(043.2)

**AMANDA MARIA DE FREITAS ARCANJO**

**POTENCIAL INFLUÊNCIA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA QUALIDADE  
DA ÁGUA DO RIO ABIAÍ-PB**

**Aprovada em \_\_\_\_\_ de 2014.**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Lucimary Albuquerque da Silva  
Universidade Federal da Paraíba  
Orientadora

---

Christianne Maria Moura Reis  
Universidade Federal da Paraíba  
Examinadora Interna

---

André Luiz Queiroga Reis  
Universidade Federal da Paraíba  
Examinador Externo

**JOÃO PESSOA-PB  
2014**

## **AGRADECIMENTOS**

A minha mãe Luzinete, meu pai Antônio, minhas irmãs e meus irmãos por todo o suporte em minha vida;

A professora orientadora Lucimary Albuquerque da Silva pelo apoio, dedicação, ensinamentos, confiança e oportunidade em ser participante do seu projeto de iniciação científica;

Aos amigos Larissa Lavôr, Geraldo Almeida, Jerônimo de Souza pelo acolhimento, solidariedade, amizade e apoio no PIVIC;

Aos professores Christianne Maria Moura Reis e André Luiz Queiroga por aceitarem participar da banca examinadora;

A todos os professores do Departamento de Geociências da Universidade Federal da Paraíba que contribuíram para minha formação acadêmica, em especial a professora Araci Farias Silva pelas sugestões e conselhos;

A SUDEMA - Superintendência de Desenvolvimento do Meio Ambiente da Paraíba pelos dados fornecidos monitoramento da qualidade da água;

Ao piloto Dirceu Tortorelo pela foto cedida do estuário do Rio Abiaí;

A Universidade Federal da Paraíba pela oportunidade de ensino e pela participação na iniciação a pesquisa científica;

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a elaboração deste trabalho.

## **RESUMO**

O presente trabalho teve como objetivo identificar as atividades no entorno do rio Abiaí e sua potencial influência na qualidade água. O rio Abiaí está localizado no município de Pitimbu, litoral sul da Paraíba. Os dados indicadores da qualidade da água correspondem ao período de Janeiro de 2000 a Dezembro de 2011, e foram analisados e comparados de acordo com os parâmetros da resolução do CONAMA 357/2005. O levantamento e mapeamento do uso e ocupação do solo foram realizados através da observação e interpretação de imagens de satélites. Foram encontrados dois padrões de água: águas doces e as águas salobras. A qualidade da água foi determinada quanto à concentração de pH, Coliformes Termotolerantes, Oxigênio Dissolvido (OD), Cor, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Turbidez. As análises dos dados mostraram que o rio apresenta alterações quanto aos parâmetros físicos, químicos e biológicos. O mapa de uso e ocupação do solo mostra substituição da vegetação nativa por plantação de cana-de-açúcar, presença de indústrias e o rápido crescimento urbano com pouco ou nenhum planejamento. Essa ocupação, supostamente é responsável pela variação dos parâmetros de qualidade da água do rio Abiaí. Deste modo, a área necessita de um planejamento ocupacional e racional, a fim de proteger as águas desse rio de contaminantes para se manter a qualidade da água.

**Palavras-Chave:** Rio Abiaí, Uso e Ocupação do Solo, Qualidade da Água

## **ABSTRACT**

This study aimed to identify the activities surrounding the river Abiaí and their potential influence on water quality. The Abiaí river is located in the municipality of Pitimbu, south coast of Paraíba. The data of water quality indicators correspond to the period January 2000 to December 2011, and were analyzed and compared according to the parameters of the CONAMA Resolution 357/2005. The surveying and mapping of the use and occupation of the soil were carried out through observation and interpretation of satellite images. Were found two patterns of water: freshwater and brackish water. The water quality was determined as the concentration of pH, Thermotolerant Coliform, Dissolved Oxygen (DO), Color, Biochemical Oxygen Demand (BOD) and Turbidity. The analysis of the data showed that the river presents changes with regard to physical, chemical and biological parameters. The use map and land cover shows replacement of native vegetation by planting cane sugar, presence of industries and rapid urban growth with little or no planning. This occupation supposedly is responsible for the variation of the parameters of water quality of the river Abiaí. In this way, Thus, the area needs an occupational and rational planning, in order to protect the waters of this river of contaminants to maintain water quality.

**Keywords:** Abiaí River, Land Cover, Water Quality

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1:</b> Principais Usos da Água.....                        | 26 |
| <b>Figura 2:</b> Pontos de coletas Rio Abiaí.....                    | 31 |
| <b>Figura 3:</b> Atividades Agrícolas.....                           | 37 |
| <b>Figura 4:</b> Atividades Agrícolas e Área em expansão Urbana..... | 38 |

## LISTA DE FOTO

|   |    |
|---|----|
| <b>Foto 1:</b> Barra do Estuário do Rio Abiaí – Pitimbu/PB..... | 23 |
|---|----|

## LISTA DE GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| <b>Gráfico 1:</b> Valores da média da Temperatura para a Estação AB01 - Água Doce.....                               | 40 |
| <b>Gráfico 2:</b> Valores da média da Cor para a Estação AB01 - Água Doce.....                                       | 41 |
| <b>Gráfico 3:</b> Valores da média da Turbidez para a Estação AB01 - Água Doce.....                                  | 41 |
| <b>Gráfico 4:</b> Valores da média do Oxigênio Dissolvido para a Estação AB01 - Água Doce.....                       | 42 |
| <b>Gráfico 5:</b> Valores da média da Demanda Bioquímica de Oxigênio para a Estação AB01 - Água Doce.....            | 43 |
| <b>Gráfico 6:</b> Valores da média do PH para a Estação AB01 - Água Doce.....  | 43 |
| <b>Gráfico 7:</b> Valores da média dos Coliformes Termotolerantes para a Estação AB01 - Água Doce.....               | 44 |
| <b>Gráfico 8:</b> Valores da média da Temperatura para as Estações AB02 e AB03 - Água Salobras.....                  | 44 |
| <b>Gráfico 9:</b> Valores da média do Oxigênio Dissolvido para as Estações AB02 e AB03 - Água Salobras.....          | 45 |
| <b>Gráfico 10:</b> Valores da média do PH para as Estações AB02 e AB03 - Água Salobras.....                          | 46 |
| <b>Gráfico 11:</b> Valores da média dos Coliformes Termotolerantes para as Estações AB02 e AB03 - Água Salobras..... | 46 |

## LISTA DE MAPAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Mapa 1:</b> Localização do Rio Abiaí.....                     | 17 |
| <b>Mapa 2:</b> Uso e Ocupação do Solo estuário do rio Abiaí..... | 39 |



## **LISTA DE QUADROS**

|   |    |
|---|----|
| <b>Quadro 1:</b> Ponto das coletas e suas coordenadas em UTM..... | 30 |
| <b>Quadro 2:</b> Padrões das classes de águas doces.....          | 34 |
| <b>Quadro 3:</b> Padrões das classes de águas salobras.....       | 35 |

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ADITAL - Agência de Informação Frei Tito para América Latina

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba

ANA – Agência Nacional das Águas

CIRM - Comissão Interministerial para os Recursos do Mar

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

OD – Oxigênio Dissolvido

ONU – Organização das Nações Unidas

O<sub>2</sub> – Oxigênio

GI-GERCO - Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro

pH – Potencial Hidrogeniônico

PNRH – Política Nacional dos Recursos Hídricos

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

SEMARH - Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos

SIBCS – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos

SINGRH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SPRING – Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas

SUDEMA – Superintendência de Administração do Meio Ambiente do Estado da Paraíba

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a educação, à ciência e a cultura.

WHO – World Health Organization

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>INTRODUÇÃO.....</b>   | <b>13</b> |
| <b>1. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....</b>                    | <b>16</b> |
| 1.1 Localização Geográfica da Área de Estudo.....                                | 16        |
| 1.2 Hidrografia.....   | 16        |
| 1.3 Geologia e Geomorfologia.....  | 18        |
| 1.4 Pedologia.....   | 18        |
| 1.5 Clima.....   | 19        |
| 1.6 Vegetação.....   | 19        |
| <b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>   | <b>20</b> |
| 2.1 Bacias Hidrográficas.....  | 20        |
| 2.2 Qualidade da Água.....   | 21        |
| 2.3 Estuário e Manguezal.....  | 21        |
| 2.4 Uso e Ocupação do Solo Que Influenciam A Qualidade Da Água.....              | 25        |
| 2.4.1 Urbanização.....   | 25        |
| 2.4.2 Atividades Agrícolas.....  | 26        |
| 2.4.3 Indústrias.....  | 27        |
| 2.4.4 Carcinicultura.....  | 28        |
| <b>3. MATERIAS E MÉTODOS.....</b>  | <b>30</b> |
| 3.1 Levantamento Bibliográfico.....  | 30        |
| 3.2 Aquisição dos dados dos Parâmetros Físico, Químicos e Biológico da Água..... | 30        |
| 3.3. O Significado dos Parâmetros.....   | 31        |
| 3.3.1 Parâmetros Físicos.....  | 31        |
| 3.3.2 Parâmetros Químicos.....   | 32        |
| 3.3.3 Parâmetros Biológicos.....   | 32        |
| 3.4 Classificação das Águas.....   | 33        |
| 3.4.1 Águas Doces.....   | 33        |
| 3.4.2 Águas Salobras.....  | 34        |
| 3.5 Elaboração de Mapas Temáticos da Área De Estudo.....                         | 35        |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>                    | <b>37</b> |
| 4.1 Formas de uso e ocupação no entorno do rio Abiaí..... | 37        |
| 4.2 Avaliação Qualidade da Água.....                      | 40        |
| 4.2.1 Águas Doces – AB01.....                             | 40        |
| 4.2.2 Águas Salobras – AB02 e AB03.....                   | 44        |
| <b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                       | <b>47</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>                    | <b>48</b> |

## INTRODUÇÃO

O litoral brasileiro possui cerca de 7.400 km de extensão e neste há o desenvolvimento de diversos ecossistemas, tais como: estuarinos (manguezais e marismas), dunas, restingas, ilhas, entre outros. No entanto, esses ambientes foram ao longo dos séculos, locais de grande concentração urbana e segundo Tundisi (2003) *apud* Alves (2008, p 17) “grande parte da população brasileira ocupa bacias costeiras ou está no máximo a 100 km da costa”. Isto corre, porque estes ambientes são propícios ao desenvolvimento humano, pois como afirma Alves (2008, p. 17) “A sociedade humana, enquanto agente produtor e modificador do espaço, somente tem a sua sobrevivência garantida pela disponibilidade de água”.

As bacias litorâneas do Estado da Paraíba também foram palco de grandes transformações ao longo dos séculos. A vegetação nativa dominava as áreas da bacia hidrográfica, onde era constituída por Mata Atlântica, e ecossistemas associados, tais como: manguezais, campos de várzeas e formações mistas dos tabuleiros, cerrados e restingas. Entretanto, ao longo do processo de colonização e ocupação das terras, grande parte da vegetação nativa foi sendo indiscriminadamente retirada e substituída pelas culturas de abacaxi, mandioca, e principalmente pela cultura de cana-de-açúcar, que é predominante desde a colonização aos dias atuais.

Até 1970, no município de Pitimbu, a Floresta Subperenifólia Atlântica e o Cerrado constituíam as principais formas de utilização dos solos dos tabuleiros situados a sudeste e norte da planície do rio Abiaí, no entanto, com o avanço dos canaviais hoje restam apenas manchas isoladas, este avanço também atingiu os municípios de Alhandra e Caaporã (MOREIRA; TARGINO, 1997).

Tal desenvolvimento das atividades agrícolas, aliadas ao desenvolvimento urbano e industrial, não afetam apenas a qualidade do solo, mas também a destruição da fauna e da flora, assoreamento nos corpos de água, e a qualidade da água que vem sendo rapidamente deteriorada, especialmente ao longo das últimas décadas.

No que se refere às atividades agrícolas, a utilização de agrotóxicos em grandes quantidades e sem o devido tratamento podem comprometer a qualidade água e também afetar o ecossistema manguezal, acarretando a morte de animais, prejudicando a flora deste

ambiente, além de contaminar a população que utilizar destas águas para sobreviver. Moreira e Targino (1997) relatam que em 1985 denúncias feitas pela imprensa local de que a abertura das comportas da bacia de acumulação de vinhoto da Destilaria Tabu no estuário do Rio Abiaí, tenham provocado a morte de peixes e caranguejos. Também foi constatada que pessoas que consumiram água do rio, peixe e crustáceos foram contaminadas.

Outra ação que degrada os corpos hídricos é o lançamento de resíduos sólidos e efluentes líquidos provenientes de usos domésticos e industriais que pode torna a água imprópria para consumo, prejudicar a saúde da população, assim como comprometer a fauna e a flora da região estuarina. Essa degradação ocorre porque a maioria das cidades brasileiras não possui coleta e tratamento de esgotos domésticos, jogando in natura o esgoto nos rios. Quando há rede de esgoto, não possui estação de tratamento de esgotos, o que vem a agravar ainda mais as condições do rio.

Historicamente, as margens dos corpos hídricos eram locais de assentamento de comunidades tradicionais, como pescadores, agricultores, porém nas ultimas décadas vêm sendo incorporados à economia de mercado, tendo como principal vetor de ocupação a atividade turística e de veraneio. A especulação imobiliária na zona costeira com a propagação de balneários, de grandes projetos hoteleiros e de áreas de segunda residência, cada vez mais contribui para o deslocamento destas populações tradicionais e também causam degradação ou mesmo a destruição de áreas naturalmente sensíveis da região costeira, deste modo, a especulação imobiliária pode causar a ocupação inadequada do solo, a desfiguração paisagística e a destruição de ecossistemas, afetando e incrementando os conflitos com outras atividades (CIRM; GI-GERCO, 2005).

Deste modo, a qualidade da água é afetada por uma série de fatores externos, tanto naturais quanto antrópicos, os quais incluem a hidrografia, o clima, a geologia, os usos do solo, a destruição da cobertura vegetal, o lançamento de esgotos sem tratamento e a urbanização sem planejamento (TUNDISI, 2003 *apud* Xavier, 2005).

E é dentro deste contexto que encontra-se a bacia hidrográfica do rio Abiaí, em crescente pressão urbana em dois sentidos (sentido sul e sentido norte). Além de que esta bacia hidrográfica é considerada de grande importância, pois suas águas auxiliarão no abastecimento de água para a população da região metropolitana de João Pessoa, com viabilidade de captação para suprimento das necessidades até o ano de 2030 (SEMARH, 2000).

Sendo assim, a justificativa para escolha da pesquisa da-se a partir da importância de um estudo da qualidade da água do rio e o seu entorno, onde verifica-se varios problemas associados a este ambiente como o desmatamento de vegetação nativa para a implantação de atividades agrícolas, como também a ocupação urbana de forma precária, outroras de luxo.

Neste estudo foram considerados os principais indicadores e parâmetros de qualidade da água de acordo com a SUDEMA, como os Coliformes Termotolerantes que caracterizam a poluição microbiológica, e o Oxigênio Dissolvido e a Demanda Bioquímica de Oxigênio que caracterizam a poluição orgânica.

O objetivo geral deste trabalho foi identificar as atividades no entorno do rio Abiaí e sua potencial influência na qualidade da água segundo os parâmetros do CONAMA 357/2005 e os objetivos específicos são:

- Caracterizar os aspectos geoambientais onde está inserida a área em estudo: hidrografia, geologia, geomorfologia, clima, solos e vegetação;
- Levantar as principais formas de ocupação do solo e sua correlação com a água;
- Avaliar os parâmetros físicos, químicos e biológicos da água, segundo os dados fornecidos pela SUDEMA.

## **1. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

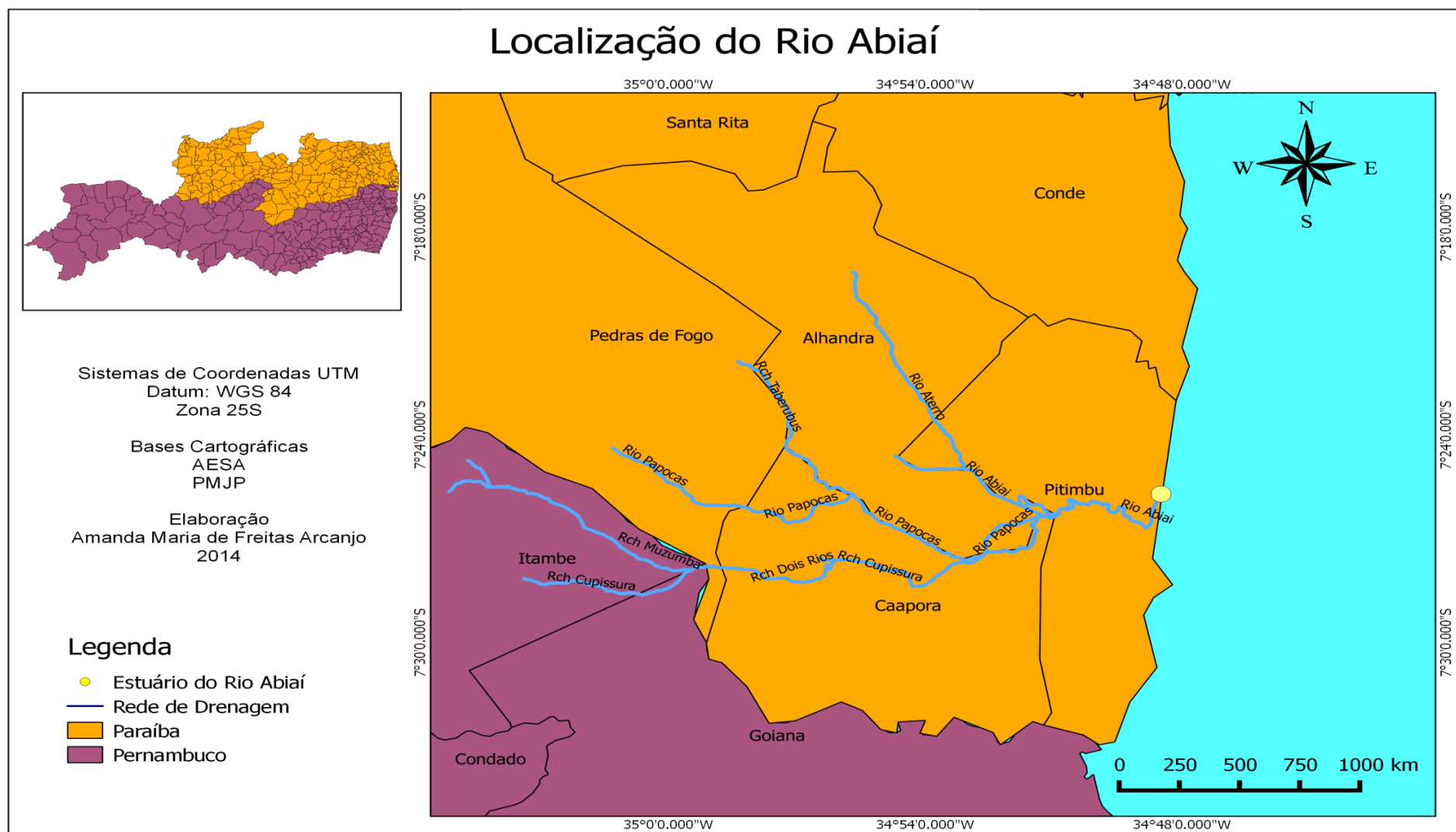
### **1.1 Localização Geográfica da Área de Estudo**

O Rio Abiaí possui uma extensão de 28,2 Km. Nasce na Fazenda Cabocla, nas proximidades do encontro da BR-101 com a estrada não pavimentada de acesso à fazenda no município de Alhandra com o nome de Rio Aterro. O rio Abiaí (mapa 1) está inserido na bacia hidrográfica do rio Abiaí, localizada entre as latitudes 7°10' e 7°30' Sul e entre as longitudes 34°48' e 35°06' Oeste, com uma área de 449,5 km<sup>2</sup> e um perímetro de 110,5 km. Abrange os municípios Alhandra, Caaporã, Pedras de Fogo e Pitimbu, pertencentes ao Estado da Paraíba, e o município de Itambé, pertencente ao Estado de Pernambuco. O estuário do rio Abiaí encontra-se localizado no município de Pitimbu a 53,5 km do município de João Pessoa, cujo um dos acessos se dá pela PB-008.

### **1.2 Hidrografia**

O rio Abiaí é do tipo perene, ou seja, é um tipo de rio que possui um fluxo constante de água o ano todo. Possui como afluentes os rios Papocas, Taperubus e Cupissura, e o riacho Pitanga. O rio Abiaí na sua margem direita recebe significativa contribuição do rio Papocas que é seu principal afluente, este rio nasce no povoado de Riacho Preto no município de Pedras de Fogo e possui 22,9 Km de extensão. O rio Papocas na sua margem esquerda recebe contribuições significativas do rio Taperubus, este rio nasce no município de Pedras de Fogo e possui 15,5 km, e na sua margem direita recebe contribuições do rio Cupissura, este rio nasce na Mata da Guariba, no município de Itambé em Pernambuco e possui 29,7km de extensão. Por sua vez, o rio Cupissura recebe contribuições na sua margem esquerda do riacho Muzumba e na sua margem direita do Rio Pitanga (AESAs, 2004).





**Mapa 1: Localização do Rio Abiaí**  
**Elaboração: Amanda Arcanjo (2014)**

### **1.3 Geologia e Geomorfologia**

Geologicamente na bacia do rio Abiaí encontra-se a predominância de terrenos sedimentares, depósitos neógenos da Formação Barreiras, que segundo Moraes et al. (2006) são depósitos arenosos e argilosos, de cores variegadas, normalmente muito ferruginizados, além de mangues e de terrenos com influência das marés. Há também formações sedimentares cretáceas sotopostas pertencentes à bacia sedimentar marginal Paraíba, que afloram principalmente em vertentes íngremes voltadas para a Depressão do Abiaí (SANTOS, et al, 2013).

No que se refere aos aspectos geomorfológicos, à bacia hidrográfica está inserida nas unidades de Planície Costeira e dos Tabuleiros Costeiros, que são caracterizados pela baixas altitudes. Os Tabuleiros Costeiros são comuns no litoral nordestino, estas feições se desenvolvem sobre os sedimentos areno-argilosos mal consolidados da Formação Barreiras, e segundo Suguio (2010), caracterizam-se por um topo plano e suavemente inclinado para o oceano Atlântico e, mais ou menos, dissecado por vales fluviais de vertentes relativamente íngremes.

### **1.4 Pedologia**

Segundo o SIBCS – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), predominam na área os solos Argissolos Vermelho-Amarelos, Espodossolos Hidromórficos, Latossolo, Gleissolos e Solos Indiscrimados de Mangues.

O Solo Argissolo Vermelho-Amarelo ocupa a maior parte da bacia hidrográfica, sendo constituído por material mineral, possui a presença de horizonte B textural com argila de atividade baixa, ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alético, sua coloração vermelha-amarelada ocorre devido a mistura entre os óxidos de ferro hematita e goethita.

O Solo Espodossolo Hidromórfico ocorre sobre os Tabuleiros Litorâneos, possui a presença de material mineral com Horizonte B espódico, estando em sequência a horizonte eluvial E (álbico ou não) ou em sequência a horizonte A. Sua coloração é identificada a partir da cor do horizonte espódico, que varia desde a tonalidade cinzenta, escura ou preta, até avermelhada ou amarelada e também pela diferenciação de horizontes.

O Solo Latossolo possui material mineral com horizonte B latossólico ficando abaixo dos tipos de horizonte superficial, com exceção do hístico. Solo em avançado estágio de intemperização, bem desenvolvidos, são uniformes em termos de textura, cor e estrutura, possui boa drenagem, são profundos a muito profundos, com o predomínio de textura argilosa e muito argilosa.

O Solo Gleissolo possui horizonte superficial, sua coloração vai desde cinzenta a preta e são mal drenados. Seu desenvolvimento ocorre em sedimentos recente nas proximidades dos cursos de água e em materiais coluvio-aluviais sujeitos a condições de hidromorfia, podendo formar-se também em áreas de relevo plano e terraços fluviais, lacustres ou marinhos, ou, ainda, em materiais residuais em áreas abaciadas e depressões (FURRIER, 2007).

Os Solos Indiscriminados de Mangues não são propriamente considerados solos, mas como tipo de terrenos, pois não apresentam horizonte. São áreas que sofrem influência direta das marés, muito pouco desenvolvidos, mal drenados, gleizados, lamacentos, escuros e com alto teor de sais oriundos da água do mar (CAVEDON e SHIZANTO, 2000).

### **1.5 Clima**

Segundo Mendonça (2007), a região apresenta um clima tropical úmido e quente, litorâneo, com temperatura média que oscila entre 23°C e 26°C, podendo a máxima chegar até 30°C. A precipitação média anual é de 1.938,7 mm, sobre a bacia com período chuvoso de abril a julho, a umidade relativa do ar medida na bacia varia de 68 % a 85 %, onde os valores máximos ocorrem entre os meses de julho, e agosto e os mínimos entre os meses de novembro e janeiro, a média anual na bacia atinge 80 % (SEMARH, 2000).

### **1.6 Vegetação**

Estudos realizados pela AESA (2004), diz que a região da bacia hidrográfica do rio Abiaí era dominada pela vegetação nativa, constituída por Mata Atlântica e ecossistemas associados, ou seja, manguezais, campos de várzeas e formações mistas dos tabuleiros, cerrados e restingas. Porém, ao longo do processo de colonização e ocupação dessas áreas, quase toda a vegetação nativa foi desmatada e substituída pelas culturas de cana-de-açúcar, abacaxi, mandioca, entre outras de caráter intensivo e extensivo. Restam somente alguns pequenos trechos de mata atlântica e de seus ecossistemas.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Bacias Hidrográficas

Muitas definições sobre bacias hidrográficas foram estabelecidas ao longo do tempo por diversos autores. Barrella, et al (2001) *apud* Teodoro, et al (2007, p. 140) define bacia hidrográfica como sendo:

Conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático. As águas superficiais escoam para as partes mais baixas do terreno, formando riachos e rios, sendo que as cabeceiras são formadas por riachos que brotam em terrenos íngremes das serras e montanhas e à medida que as águas dos riachos descem, juntam-se a outros riachos, aumentando o volume e formando os primeiros rios, esses pequenos rios continuam seus trajetos recebendo água de outros tributários, formando rios maiores até a desembocar no oceano.

De acordo com Santana (2003), a bacia hidrográfica é uma porção geográfica delimitada por divisores de água que engloba toda a área de drenagem de um curso d'água. Sendo uma unidade geográfica natural e seus limites são estabelecidos pelo escoamento das águas sobre a superfície, ao longo do tempo, deste modo, é resultado da interação da água com outros recursos naturais como: vegetação, clima, topografia e material de origem.

De acordo com a AESA (2004, p.41):

A conservação das bacias hidrográficas é uma estratégia fundamental na preservação da qualidade ambiental (ou saúde) e na busca de sua restauração [...] Diversos problemas podem ser evitados com o manejo integrado dos usos e ocupação do solo, a presença e conservação da vegetação e os modos de uso dos recursos hídricos. De fato, todo o arcabouço legal e institucional está hoje orientado para essa abordagem por bacias, que é um grande avanço na concepção das questões ambientais, as quais se desvinculam das divisões políticas estaduais e municipais, principalmente por ser o Brasil um país “continental”, que adota um regime federativo.

As bacias e sub-bacias hidrográficas vêm se estabelecendo como área para planejamento integrado entre o uso e ocupação dos espaços rurais e urbanos, visando desenvolvimento sustentado, no qual se combinam atividades econômicas e sociais com qualidade ambiental, por sua vez, diminuindo os impactos causados pelo homem. Assim, o uso e ocupação das bacias hidrográficas refletem, em última instância, na qualidade e quantidade das águas superficiais e subterrâneas (Ranzini, 1990 *apud* Araujo et al. 2009).

## **2.2 Qualidade da Água**

A Política Estadual de Recursos Hídricos foi instituída pela Lei N° 6.308, de 02/07/1996. Possui como objetivo central assegurar o uso integrado e racional desses recursos, para a promoção do desenvolvimento e bem estar da população do Estado da Paraíba. De acordo com Costa (2009, p.10):

Apesar dos limites de impurezas impostos pela legislação o homem costuma utilizar os corpos aquáticos como receptores de despejos gerados nas suas atividades domésticas, industriais, agrícolas entre outras. Estes usos causam a poluição e ou contaminação da água que impede a sobrevivência das espécies aquáticas, causando também graves conseqüências aos seres humanos, além da geração de conflitos tanto em termos de quantidade como em qualidade da água.

A poluição dos ecossistemas aquáticos tem aumentado nas últimas décadas, devido principalmente ao desenvolvimento da sociedade pós-industrial. Existem três formas principais de poluição dos corpos hídricos: a forma química, a física e a biológica. A forma química é aquela que altera a composição da água, e com esta reage. A forma física é aquela que não reage com a água, mas afeta negativamente a vida dos ecossistemas. A forma biológica pode ser definida como a introdução de organismos ou microorganismos estranhos ao ecossistema, também pode ser um aumento prejudicial de determinado organismo ou microorganismo já existente.

Para o CONAMA (2005) a qualidade da água é representada por um conjunto de características, geralmente mensuráveis, de natureza química, física e biológica, onde estas características devem ser mantidas dentro de certos limites estabelecidos pela Resolução, os quais são representados por padrões, valores orientadores da qualidade de água, dos sedimentos e da biota.

## **2.3 Estuário e Manguezal**

Segundo Le Daurec (1978) apud Ramos (1993) os estuários, ambientes de transição por excelência, apresentam variações no tempo e no espaço, e estão em constante processo evolutivo, constituindo o meio de interação entre mar, rio, e atividades antrópicas e por isso constituem áreas de investigações inesgotáveis. Para Alves (2008, p.32):

A compreensão do funcionamento dos ambientes estuarinos, principalmente no tocante a qualidade da água e aos impactos decorrentes das pressões das atividades humanas, constitui um fator de grande importância, sobretudo para a manutenção desses ambientes que representam áreas estratégicas e que garantem a sobrevivência das populações adjacentes e o funcionamento de outros sistemas bióticos e abióticos

associados, além da aplicação nos estudos hidrodinâmicos, de impactos e gestão ambiental.

Os estuários podem ser classificados com base em parâmetros como: geomorfologia, salinidade, padrão de estratificação e circulação, isto ocorre, pois, cada estuário possui suas particularidades, seja em sua forma, topografia, hidrodinâmica etc. No entanto, a definição de estuário mais largamente aceita na literatura científica foi à proposta por Pritchard (1967) *apud* Suguio (2003, p. 261):

O estuário é um corpo aquoso litorâneo raso e geralmente salobro com circulação mais ou menos restrita, que mantém comunicação constante com o oceano aberto. Muitos estuários são representados por desembocaduras fluviais afogadas e, dessa maneira, sofrem diluição significativa de salinidade em virtude do afluxo de água doce.

O ambiente estuarino pode ser dividido em três zonas, resultando da interação da maré e descarga fluvial, sendo elas: zona estuarina fluvial, onde a salinidade é sempre menor que 1, e os efeitos da maré são observados; zona estuarina média, onde a salinidade varia de 1 a 35, e ocorre intensa mistura das águas oceânicas com as águas fluviais; e, zona estuarina costeira, onde a salinidade é igual a salinidade do oceano (GODOY, 2011).

Geomorfologicamente, os estuários são definidos em: estuário do tipo Fjord, Vale de rios afogados, estuário em forma de barra, entre outras definições, no entanto, dentre as definições de estuários existentes, enfatizo os em forma de barra por pertencer à área de estudo (foto 1). Estes estuários foram formados por afogamentos dos vales de rios durante a inundação posterior à Idade do Gelo, possuem uma barreira que impede a ação das ondas nas praias, sendo bem desenvolvidos, onde existem variações de marés muito restritas e sedimentos disponíveis em grande volume, desta forma estes estão associados a depósitos costeiros, onde possuem poucos metros de profundidade (SILVA, 2004). Hidrograficamente, um estuário é caracterizado por movimentos de fluxo e refluxo das marés, sendo o encontro entre a água do mar e a do rio e podendo ou não haver estratificação linear dessas águas (RAMOS, 1993).



**Foto 1: Barra do Estuário do Rio Abiaí – Pitimbu/PB**  
**Fonte: Dirceu Tortorelo (2012)**

Do ponto de vista biológico, para ser considerado um estuário deverá: ser zona terminal de um rio que deságua num mar com maré; ter zonas de água salgada, variando a respectiva extensão com o caudal fluvial de montante; poderem as correntes de maré estender-se para montante do limite de intrusão salina, propagando-se em zonas de água doce; nestes casos, o limite montante de estuário corresponde ao limite de influência da maré (CASPER, 1967 *apud* SILVA, 2000).

Geograficamente os estuários podem ser definidos como sendo uma região costeira parcialmente fechada, onde água doce de um rio e a água do mar encontram-se e se misturam. São regiões que estão sujeitas a forte influência da bacia de drenagem do rio e em regiões equatoriais e tropicais possuem o ecossistema manguezal (SCHMIEGELOW, 2004).

O manguezal é um ecossistema estuarino, característico de regiões tropicais e subtropicais e sujeito ao regime das marés. Apresenta condições propícias para alimentação, proteção e reprodução para muitas espécies animais, sendo considerado importante transformador de nutrientes em matéria orgânica, e gerador de bens e serviços (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995 *apud* PETRI, 2009).

O desenvolvimento dos manguezais está intimamente relacionado com as características geomorfológicas. No Brasil estão localizados em regiões geomorfologicamente

ativas, onde a influência das marés, e os processos de sedimentação são intensos, os manguezais desenvolvem-se em áreas abrigadas das ações de ondas.

Os solos dos manguezais possuem excesso de umidade e/ou concentração elevada de sais, isto ocorre, pois estes sofrem influência dominante do relevo local do material de origem. De um modo geral, os solos de manguezal possuem muita matéria orgânica, pouca consistência e cor cinza escuro. Como estes se desenvolvem em ambientes de baixa energia, os solos apresentam sedimentos finos de origem siltosa e/ou argilosa.

Como há diferentes climas, estes são responsáveis pelas diversas formações vegetais, desta forma, a vegetação do manguezal também possui suas especificidades, pois são reflexos do clima dominante, onde estão inseridas. De acordo com Schaeffer-Novelli et al. (1995) *apud* Lima (2008) para um ótimo desenvolvimento da vegetação de mangue, as condições climáticas devem possuir amplitude térmica anual menor que 5°C, com temperaturas superiores a 20°C, com índices pluviométricos superiores a 1.500 mm/ano e a pluviosidade também é um fator importante, uma vez que diminui as concentrações de sais, proporcionando assim um pleno desenvolvimento dos manguezais.

Quanto à formação vegetal nos manguezais no Brasil há quatro espécies predominantes de mangue, a saber: *Rizophora mangle* (mangue vermelho), esta espécie possui raízes aéreas, e pode alcançar até 19 metros de altura e diâmetro médio de 30 centímetros. Sua folha tem formato arredondado e às vezes se mostra com aspecto desgastado. Pode ser encontrada na forma de árvores e arbustos (MAIA, 2006); *Avicennia schaueriana* (mangue siriúba), possui raízes pneumatóforas, que deixam uma ponta fora da lama, assim ajudando a planta respirar, sendo a mais alta das árvores dos mangues, e crescendo em grupos isolados; *Laguncularia racemosa* (mangue branco) possui sistema radial, superficial e que se forma perpendicular à superfície do solo, desenvolvendo pneumatóforos ou não; e *Conocarpus erecta* (mangue de botão), a árvore pode ter entre 15-20 metros de altura, está localizada nas partes mais elevadas e secas do manguezal (SILVA, 2004)

A fauna do manguezal também é bem característica, habitam diversas espécies de caranguejos, camarões e peixes, outros animais de diversos ambientes também utilizam o manguezal como fonte de alimento, descanso, procriação como os mamíferos, aves, répteis. Muitas vezes, os manguezais são denominados de berçário da natureza por serem importantes áreas de desova de diversos vertebrados e invertebrados marinhos, além disso, são áreas de criação de larvas, constituindo também local de alimentação, procriação de muitas espécies.



## **2.4 Uso e Ocupação do Solo que Influenciam na Qualidade da Água**

De maneira sucinta o uso do solo pode ser compreendido como sendo a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem. O levantamento do uso do solo é de grande importância, na medida em que os efeitos do mau uso causam deterioração no ambiente. A ocupação do solo interfere diretamente nos recursos hídricos, bem como, da sua gestão, pois o uso inadequado pode originar processos erosivos, compactação, aumento da salinidade do solo e consequentemente o assoareamento de corpos de água e perdas em termos qualitativos e quantitativos (SILVA et al, 2010).

Dentre os tipos de fontes de poluição encontradas no entorno dos rios, estão à urbanização, as atividades agrícolas, indústrias e carcinicultura.

### **2.4.1 Urbanização**

Em todo o mundo, o ritmo da urbanização está se acelerando, o que aumenta as pressões sobre o meio ambiente natural. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), a taxa de aumento da população urbana global subiu de 13% em 1900, para 29% em 1950; e para 49%, em 2005. A ONU prevê que, até 2030, 60% da população global habitará áreas urbanas (UN, 2006 *apud* ANA, 2011). Veras (2010, p. 105) diz que:

Uma das causas da degradação ambiental do rio foi o aumento populacional que intensificou a ocupação das margens, ocorrida no final da década de 1980. O aumento da população não acompanhou melhorias na infraestrutura e nos serviços básicos de saneamento e abastecimento de água, coleta de lixo, construção de habitações populares na cidade, para acolher o intenso contingente populacional num espaço de tempo relativamente pequeno, isso contribuiu para a intensificação dos impactos socioambientais. Dentre os impactos socioambientais evidenciados nesta pesquisa destacam-se: o assoreamento, a redução da biodiversidade, os conflitos socioambientais locais ocasionados pelos seguintes fatores de degradação: a ocupação desordenada das áreas de risco, a precariedade nos serviços de saneamento básico, a falta de infraestrutura para o tratamento dos resíduos sólidos, a carcinicultura como atividade econômica que intensificou o desmatamento do mangue e o lançamento de efluentes químicos no curso fluvial, a instalação do parque eólico nas dunas do Cumbe.

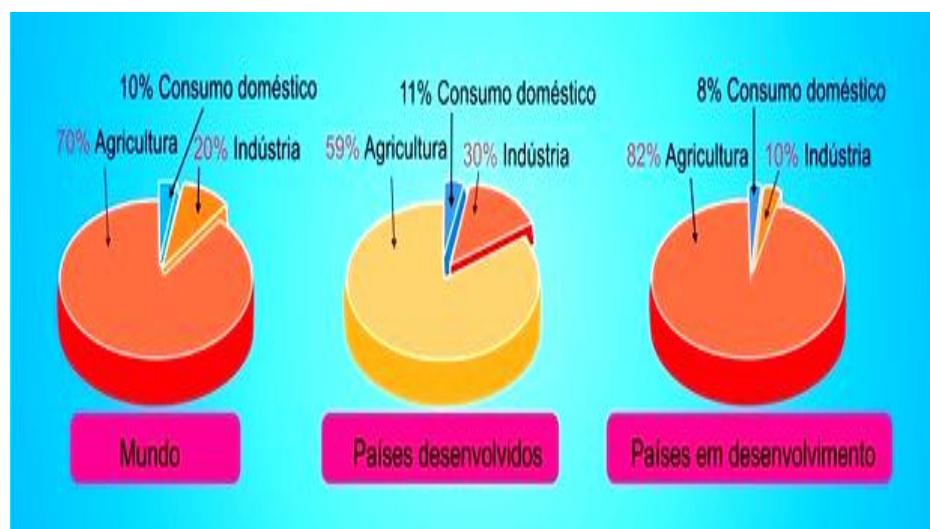
Uma atividade que está relacionada diretamente com a urbanização, e consequentemente afeta a qualidade da água é o despejo de esgotos domésticos sem o devido tratamento, onde a falta de execução das políticas de saneamento básico acarreta a contaminação de cursos de água, e constitui uma das maiores fontes de poluição hídrica. Segundo dados da World Health Organization - WHO (2013) em todo o mundo 2,5 bilhões de

peças carecem de acesso à água potável e de tratamento e disposição adequada dos seus esgotos domésticos básico.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010) só no Brasil 34 milhões de pessoas não tem acesso a rede coletora de esgoto, ou seja, cerca de 18% da população brasileira estava exposta ao risco de contrair doenças em decorrência da inexistência de rede coletora de esgoto. Os despejos domésticos sem o devido tratamento não afeta somente a qualidade da água, mas também a própria população que utilizar das águas, onde a World Health Organization estima-se que 6% de todas as doenças no mundo são causadas por consumo de água não tratada e pela falta de coleta de esgoto. Entre elas estão: hepatite, febre, malária, diarreia, cólera, febre amarela, amebíase.

#### 2.4.2 Atividades Agrícolas

Grande parte da água no mundo é utilizada para a agricultura (Figura 1), a maior parte dessa água não pode ser reaproveitada, pois encontra-se contaminada por fertilizantes e pesticidas químicos. Segundo dados da Agência Nacional de Águas - ANA (2005), só no Brasil cerca de 69% da água é destinada as praticas agrícolas. O uso destas águas concentra-se, sobretudo na irrigação, sendo um uso do tipo consuntivo, ou seja, é um tipo de uso que retira a água de sua fonte natural diminuindo sua disponibilidade, além de que há o uso de grandes quantidades de água.



**Figura 1: Principais Usos da Água.**  
**Fonte: Water for People, Water for Life. UNESCO (2003).**

A ocupação e o uso do solo pelas atividades agrícolas podem alterar os processos físicos, químicos e biológicos dos sistemas aquáticos. Gadelha (2001. p 1) diz que:

A expansão agrícola sem o devido planejamento territorial, tem contribuído para a poluição do solo e das águas. Fertilizantes sintéticos e agrotóxicos (inseticidas, fungicidas e herbicidas) usados em quantidades inadequadas ou indiscriminadamente nas lavouras poluem o solo e as águas dos rios e lagos, podendo intoxicar e até matar diversos seres vivos desses ecossistemas. Causam também problemas para o homem e os animais, porque apresentam alta toxidez, efeitos cumulativos e são de difícil decomposição química [...] Na bacia do rio Gramame inserida em área pertencente a microrregião homogênea denominada Litorânea Sul Paraibana, que tem uma base essencialmente rural, as atividades de irrigação têm se destacado para racionalizar e intensificar sua produção agrícola. Essas atividades tem ocasionado grande consumo de fertilizantes e agrotóxicos.

Desta forma, as atividades agrícolas são atividades econômicas indispensáveis para a produção de alimentos, entretanto, a inexistência de um planejamento adequado pode torna esta atividade um alto potencial degradador, contribuindo com a contaminação do solo e das águas.

### **2.4.3 Indústrias**

Como consequência do crescimento da população houve um aumento das necessidades de consumo, e, portanto, um aumento no número de indústrias, áreas de atuação e diversidade de produtos. No entanto, a industrialização juntamente com a urbanização ocasionou grandes impactos ambientais, principalmente na qualidade da água.

Segundo Tabosa (2000) *apud* Abrahão (2006) os efluentes lançados pelas indústrias em rios e riachos geralmente possuem uma grande quantidade de substâncias tóxicas, e representam um grande risco aos ecossistemas aquáticos. De um modo geral, as fontes poluidoras são as indústrias têxteis, frigoríficas, curtumes, entre outras que geram resíduos não tratados, ou de forma imprópria e insuficiente. No que se refere às indústrias frigoríficas de acordo com Frick (2011, p 1):

Os problemas ambientais gerados por esta atividade, estão relacionados com os despejos ou resíduos, oriundos das diversas etapas do processamento industrial. As águas residuárias contêm sangue, gordura, excrementos, substâncias contidas no trato digestivo dos animais, fragmentos de tecidos, entre outros, caracterizando um efluente com elevada concentração de matéria orgânica. Esse efluente, quando disposto ao meio ambiente sem tratamento, traz sérios problemas aos corpos receptores, como por exemplo, o fenômeno da eutrofização.

De acordo com PNUMA (2010) *apud* ANA (2011) os efluentes industriais podem conter diversos tipos de poluentes, entre eles:

- Contaminantes microbiológicos, como bactérias, vírus e protozoários.
- Compostos químicos provenientes de atividades industriais, como solventes e agrotóxicos orgânicos e inorgânicos, bifenilas policloradas (PCBs), amianto e muitos outros.
- Metais, como chumbo, mercúrio, zinco, cobre e muitos outros.
- Nutrientes, como fósforo e nitrogênio.
- Matéria em suspensão, incluindo particulados e sedimentos.
- Alterações de temperatura provocadas por descargas de efluentes de água utilizada para resfriamento.
- Produtos farmacêuticos e de cuidados pessoais.

#### **2.4.4 Carcinicultura**

A carcinicultura é um ramo da aquicultura em que camarões são cultivados em cativeiro, podendo ser marinha, para camarões marinhos ou carcinicultura praticada em águas oligoalinas, ou seja, águas com baixos teores de sais. Essa atividade econômica se destacou mundialmente nas últimas décadas pelo avanço da produção, produtividade, rentabilidade e utilização de terras. No Brasil a área ocupada por esses empreendimentos em 2005 atingiu a marca de 15.000ha (IBAMA, 2005, *apud* RODRIGUES, 2007).

As muitas fazendas despejam água residual provenientes da despesca, podendo colocar em riscos espécies de estuários, outro impacto decorrente desta atividade é que muitas fazendas carcinicultoras estão instaladas em áreas de vegetação de mangue. Em virtude destas ocupações, em muitos locais o ambiente tornou-se descaracterizado, dada a ausência da vegetação. Segundo a legislação a ocupação destas áreas não é permitida. (ALVES, 2008)

De acordo com ADITAL (2004) *apud* Santos (2006) a destruição de extensas áreas de mangue para instalação das fazendas de camarão tem sido relatada como um dos principais impactos da atividade ao meio ambiente. A poluição das águas pelos efluentes da carcinicultura, a salinização das águas subterrâneas e uso indiscriminado de antibióticos põem em questão a sustentabilidade sócio-ambiental dessa atividade pelo menos na forma como vem se desenvolvendo.

Segundo Meireles (2005) *apud* Veras (2010) as substâncias químicas como cloro e metabissulfito são altamente tóxicas. O metabissulfito de sódio, especificamente, é uma substância utilizada na despesca do camarão que, ao reagir com a água, retira o oxigênio

dissolvido, proporcionando a morte instantânea do camarão por asfixia. Estes efluentes são lançados, após a despesca do camarão, diretamente no rio, sem nenhum tratamento adequado, proporcionando a mortandade de vários peixes e crustáceos na região, poluindo o ecossistema fluviomarinho.

### 3. MATERIAS E MÉTODOS

#### 3.1 Levantamento Bibliográfico

Inicialmente para este estudo foi realizado levantamentos bibliográficos, a exemplo dos relatórios técnicos, publicações acadêmicas que serviram de base para o aprofundamento do conhecimento acerca da temática estudada. Aquisição de imagens de satélites do Google Earth da área de estudo.

#### 3.2 Aquisição dos dados dos Parâmetros Físico, Químicos e Biológico da Água

Os dados referentes aos parâmetros físico, químicos e biológicos da água do rio Abiaí foram cedidos pela SUDEMA (Superintendência de Administração do Meio Ambiente). Os dados foram organizados em planilha, onde obteve-se a média anual de cada parâmetro analisado. As amostras analisadas foram coletadas em água de superfície, mensalmente e correspondem a serie de Janeiro de 2000 a Dezembro de 2011, em três pontos de coleta fixos, denominados AB01, AB02 e AB03 (Quadros 1 e Figura 2).

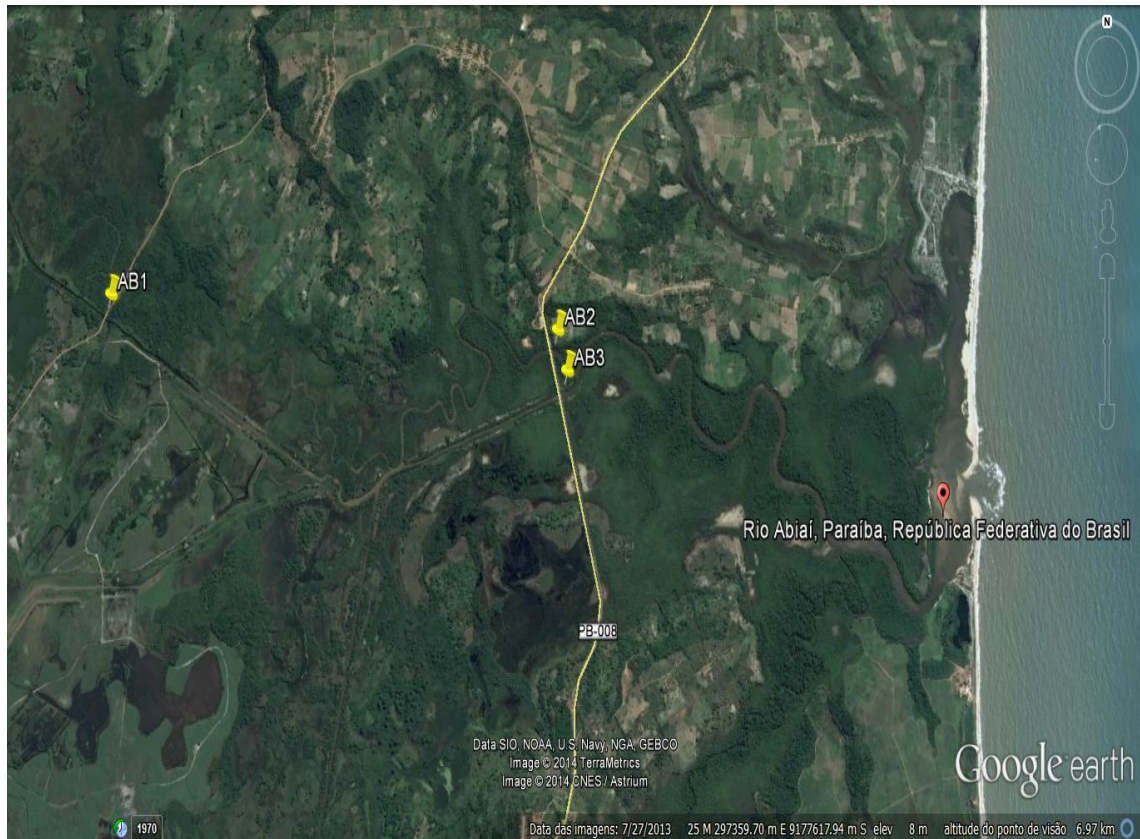
O ponto AB01 encontra-se localizado próximo a uma rua não-pavimentada entre os municípios de Pitimbu e Alhandra. Os pontos AB02 e AB03 encontram-se localizados próximos a PB-008 no município de Pitimbu.

E, dentre os dados coletados foram analisados e comparados a Resolução do CONAMA 357/2005 os seguintes parâmetros: concentração de pH, Coliformes Fecais, Oxigênio Dissolvido (OD), Cor, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Turbidez.

**Quadro 1: Ponto das coletas e suas coordenadas em UTM**

| PONTOS       | LONGITUDE            | LATITUDE            |
|--------------|----------------------|---------------------|
| ESTAÇÃO AB01 | <b>34°52'4.18"O</b>  | <b>7°25'50.70"S</b> |
| ESTAÇÃO AB02 | <b>34°50'14.97"O</b> | <b>7°25'56.76"S</b> |
| ESTAÇÃO AB03 | <b>34°50'12.65"O</b> | <b>7°26'3.70"S</b>  |

Fonte: SUDEMA



**Figura 2: Pontos de coletas Rio Abiaí**

**Fonte: Google Earth (2014)**

### **3.3. O Significado dos Parâmetros**

#### **3.3.1 Parâmetros Físicos**

- **Cor** – A cor da água é produzida pela reflexão da luz em partículas minúsculas denominadas colóides, finamente dispersas. Sua origem predominantemente orgânica é proveniente também de metais como o ferro e o manganês e resíduos industriais fortemente coloridos (COSTA, 2009). Quando a cor é natural não representa risco à saúde, já quando é antropogênica esta pode conter resíduos indústrias e esgoto domésticos, podendo ser tóxica e apresentar risco a saúde.
- **Turbidez** – Representa o grau de interferência com passagem luz pela água, a turbidez é dada pela presença de partículas em suspensão, tais como: silte, bactérias, areia, entre outros, onde estes podem ser coloridos ou não (COSTA, 2008). Quanto mais alta turbidez, ela diminui a fotossíntese da vegetação e das algas, ou seja, reduzirá o desenvolvimento das plantas, como consequência, há uma diminuição da produção de peixes. Alta turbidez também prejudica os usos domésticos, agrícolas e indústrias.

### 3.3.2 Parâmetros Químicos

- Oxigênio Dissolvido (OD) - segundo Balvay (1981) apud Paz (1988) o teor de oxigênio dissolvido na água em um determinado instante é o resultado de um equilíbrio entre os fenômenos de produção, a fotossíntese e a difusão, e de consumo, a respiração dos organismos vivos e a degradação da matéria orgânica.
- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) – representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidar bioquimicamente o material orgânico contido na amostra e é dependente principalmente das atividades bioquímicas da água (PAZ, 1988). O teste de DBO5 por 5 dias consiste na medição do oxigênio dissolvido no início e depois da incubação. Sendo a DBO diferença entre o oxigênio dissolvido inicial e final.
- O pH (Potencial Hidrogeniônico) - é a medida da concentração relativa dos íons de hidrogênio numa solução, onde indicará a acidez ou alcalinidade desta solução, quando o pH constar um valor igual a 7 a solução é neutra, um pH superior a 7 indica que a solução é básica e quando o pH for inferior a 7 a solução é ácida (AWWA, 1964 *apud* ABRAHÃO, 2006).

### 3.3.3 Parâmetros Biológicos

- Coliformes Termotolerantes – Coliformes Fecais (termotolerantes) são bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes totais caracterizadas pela presença da enzima s-galactosidade e pela capacidade de fermentar a lactose com produção de gás em 24 horas a temperatura de 44-45°C em meios contendo sais biliares ou outros agentes tenso-ativos com propriedades inibidoras, semelhantes. Além de presentes em fezes humanas e de animais podem, também, ser encontradas em solos, plantas ou quaisquer efluentes contendo matéria orgânica (CONAMA, 2005). Este parâmetro é fundamental, pois a ingestão ou contato com água contaminada com microorganismos patogênicos em alta quantidade pode desencadear diversas doenças, tais como, diarreia, cólera, febre tifóide, entre outras.



### 3.4 Classificação das Águas

A Resolução do CONAMA 357/2005 classifica as águas de acordo com a salinidade em doce, salobra e salina, e em várias classes de acordo ao uso que são destinadas. Deste modo, para o estudo optou por enquadrar a Estação AB01 em Água Doce, e na classe 2. E as Estações AB2 e AB3 foram enquadradas em Águas Salobras, e na classe 2.

#### 3.4.1 Águas Doces

As águas doces são aquelas que apresentam salinidade igual ou inferior a 0,5%, e são classificadas em:

- I - classe especial: águas destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e, c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
- II - classe 1: águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
- III - classe 2: águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e e) à aquicultura e à atividade de pesca.
- IV - classe 3: águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) à pesca amadora; d) à recreação de contato secundário; e e) à dessedentação de animais.
- V - classe 4: águas que podem ser destinadas: a) à navegação; e b) à harmonia paisagística.

Alguns dos parâmetros das classes de águas doces estão representados na quadro a seguir:

**Quadro 2: Padrões das Classes de Águas Doces**

| <b>Resolução CONAMA N°357/2005 - Águas Doces</b> |   |   |  |                                      |
|--|---|---|--|--------------------------------------|
| <b>Parâmetros</b>                                | <b>Classe 1</b>                         | <b>Classe 2</b>                         | <b>Classe 3</b>                          | <b>Classe 4</b>                      |
| <b>Cor</b>                                       | Cor Natural da Água                     | Até 75 mg Pt/L <sup>-1</sup>            | Até 75 mg Pt/L <sup>-1</sup>             | -                                    |
| <b>Turbidez</b>                                  | Até 40 UNT                              | Até 100 UNT                             | Até 100 UNT                              | -                                    |
| <b>OD</b>  | Não Inferior a 6 mg/L O <sub>2</sub>    | Não inferior a 5 mg/L O <sub>2</sub>    | Não inferior a 4 mg/L O <sub>2</sub>     | Não inferior a 2 mg/L O <sub>2</sub> |
| <b>DBO</b>                                       | Até 3 mg/L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub> | Até 5 mg/L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub> | Até 10 mg/L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub> |                                      |
| <b>PH</b>  | De 6,0 a 9,0                            | de 6,0 a 9,0                            | De 6,0 a 9,0                             | De 6,0 a 9,0                         |
| <b>Coliformes Termotolerantes</b>                | Até 200 NMP/100mL                       | Até 1000 NMP/100mL                      | Até 4000 NMP/100mL                       |                                      |

**Fonte: CONAMA (2005)**

### 3.4.2 Águas Salobras

As águas salobras são aquelas que apresentam salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰; e são classificadas em:

- I - classe especial: águas destinadas: a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e, b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
- II - classe 1: águas que podem ser destinadas: a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à aquicultura e à atividade de pesca; d) ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; e e) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.
- III - classe 2: águas que podem ser destinadas: a) à pesca amadora; e b) à recreação de contato secundário.

- IV - classe 3: águas que podem ser destinadas: a) à navegação; e b) à harmonia paisagística.

Alguns dos parâmetros das classes de águas salobras estão representados na quadro a seguir:

**Quadro 3: Padrões das Classes de Águas Salobras**

| <b>Resolução CONAMA N°357/2005 - Águas Salobras</b> |                                      |                                      |                                      |
|---|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Parâmetros</b>                                   | <b>Classe 1</b>                      | <b>Classe 2</b>                      | <b>Classe 3</b>                      |
| <b>Cor</b>  | -                                    | -                                    | -                                    |
| <b>Turbidez</b>                                     | -                                    | -                                    | -                                    |
| <b>OD</b>   | Não Inferior a 5 mg/L O <sub>2</sub> | Não inferior a 4 mg/L O <sub>2</sub> | Não inferior a 3 mg/L O <sub>2</sub> |
| <b>DBO</b>  | -                                    | -                                    | -                                    |
| <b>PH</b>   | De 6,5 a 8,5                         | De 6,5 a 8,5                         | De 5,0 a 9,0                         |
| <b>Coliformes Termotolerantes</b>                   | -                                    | Até 2500 NMP/100mL                   | Até 4000 NMP/100mL                   |

**Fonte: CONAMA (2005)**

### 3.5 Elaboração de mapas temáticos da área de estudo

Para a confecção do mapa de localização foi utilizado software livre Quantum Gis versão 2.2.0 Valmiera, os arquivos em formato shape dos municípios paraibanos, dos estados nordestinos e da rede drenagem da Paraíba foram cedidos digitalmente pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA (2013)

Para a confecção do mapa de Uso e Ocupação do Solo, Nascimento (2012) utilizou o software SPRING – Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas, versão 5.2.3 desenvolvido pelo INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Este software é composto por três módulos: o IMPIMA que executa leitura e conversão de imagens, o SPRING módulo principal de entrada, manipulação e transformação de dados geográficos, e o SCARTA que é responsável pela edição e elaboração de cartas. As imagens de Satélite LANDSAT – 5 (Land Remote Sensing Satellite) e sensor TM (Thematic Mapper), foram

fornecidos pelo INPE. Foram utilizados 7 classes de uso e ocupação do solo, a saber: água, vegetação, áreas edificadas, culturas, faixa de areia, mangue e solo exposto.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

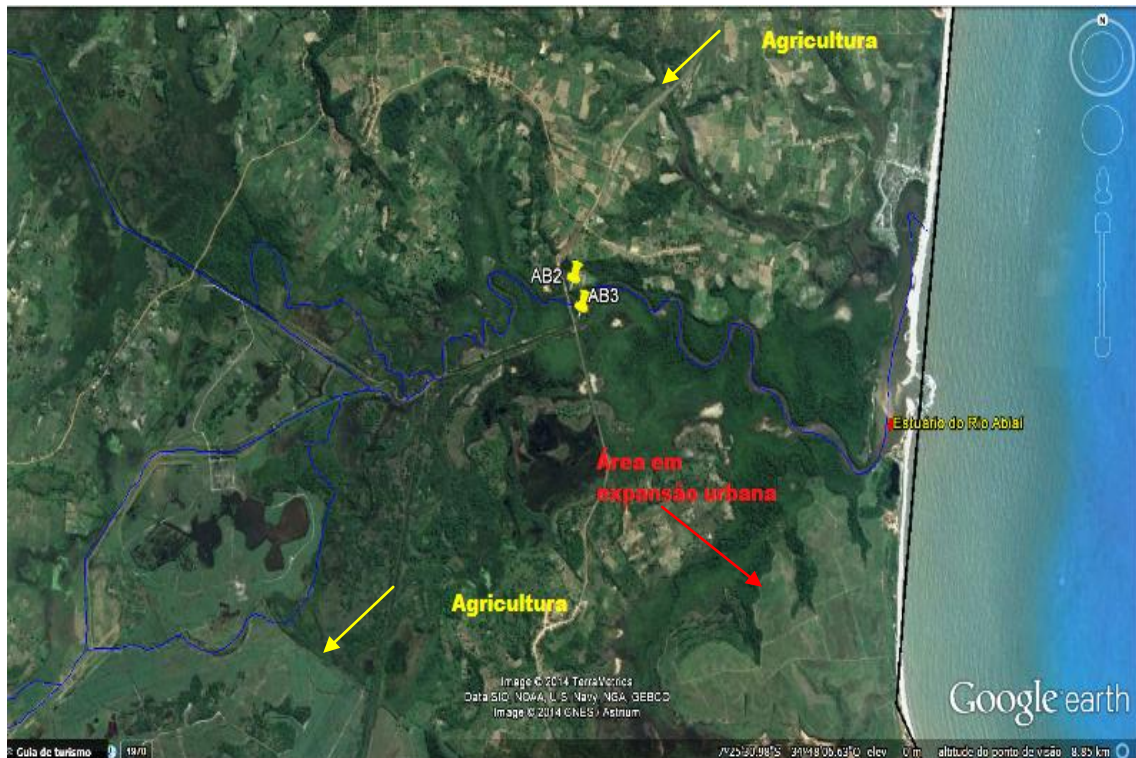
### 4.1 Formas de uso e ocupação no entorno do rio Abiaí

No entorno do rio Abiaí verifica o predomínio de atividades agrícolas, principalmente de cana-de-açúcar (Figura 3). De acordo com a AESA (2004), a bacia hidrográfica que insere o rio Abiaí apresenta cerca de 94,5% de sua área total, caracterizados pelo antropismo identificado como atividades agropecuárias, alcançando todos os municípios inseridos na bacia, dispondo-se assim de apenas 5,4% de cobertura vegetal, cuja ocorrência é de 32,6% de Mangue, 1,5% de Mata Atlântica, 1,2% de Tabuleiros Costeiros, e 0,2% de Mata Semidecidual, da área total da bacia, somando aproximadamente 36,24 km<sup>2</sup> de vegetação natural, dos quais, 96,3% representam Área de Preservação Permanente.



**Figura 3: Atividades Agrícolas**  
**Fonte: Google Earth (2013)**

Além das atividades agrícolas, a crescente urbanização e a especulação imobiliária (Figura 4) também têm contribuído para o desmatamento, onde além da retirada da vegetação para dar lugar à expansão urbana tem-se a poluição dos rios com o lixo lançado pela população que reside próximo às margens do rio e pela contaminação das águas com os esgotos domésticos, industriais, etc..

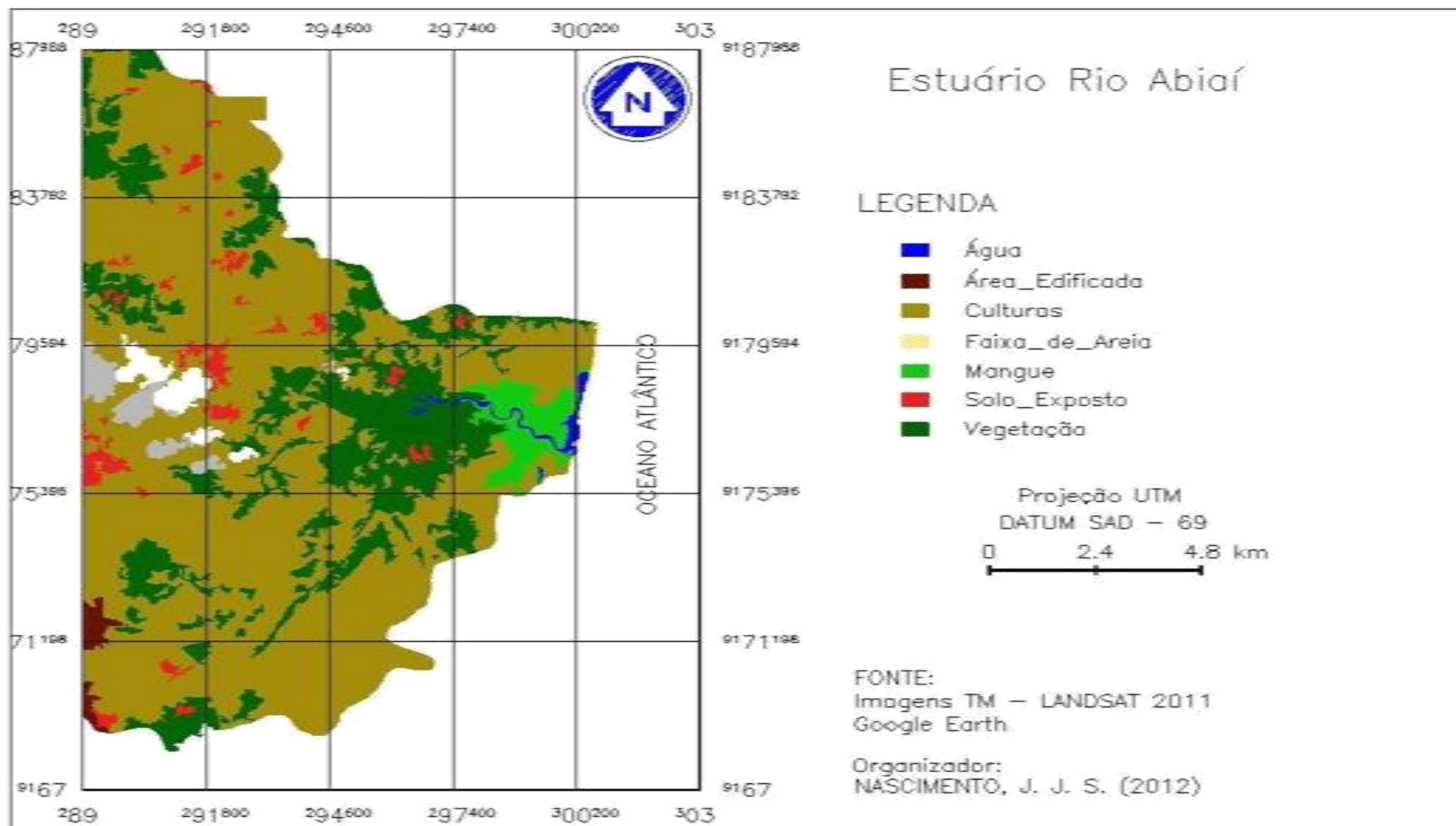


**Figura 4: Atividades Agrícolas e Área em expansão Urbana**  
**Fonte: Google Earth (2013)**

Em termos de desenvolvimento econômico se observa que a bacia do Abiaí-Papocas está passando por pressões em dois eixos, o primeiro relativo à região de Metropolitana de João Pessoa que tende a crescer no sentido sul em direção à região de análise, o segundo é o relativo à região Metropolitana de Recife, cujo sentido é inverso e o crescimento se dá em sentido norte, sendo a cidade de Goiana uns dos principais pólos de desenvolvimento com implantação de grande setor industrial (BEZERRA, 2013).

As regiões estuarinas são conhecidas por serem pólos locais de grande importância socioeconômica, pois permitem o desenvolvimento e concentração de numerosas atividades humanas. Entretanto, a implantação e o desenvolvimento de atividades humanas sobre regiões estuarinas também podem provocar perturbações ao ecossistema. No (Mapa 2), pode ser visto os diversos tipos de uso e ocupação que caracterizam a bacia hidrográfica do rio Abiaí e o estuário, e seu entorno que vêm ocasionando alterações significativas na dinâmica e quadro natural da região. Há um crescente desmatamento para atender as atividades agrícolas, como o cultivo de abacaxi, coco, mandioca, inhame e principalmente a cana-de-açúcar, sendo representa pela cor dourada. Outro destaque dá-se pela presença de áreas edificadas representadas pela cor marrom estando localizados ao sul da bacia. É possível observar também a existência de resquícios de vegetação representada na cor verde escura.





**Mapa 2: Uso e Ocupação do Solo estuário do rio Abiaí**  
**Elaboração: José Jerônimo da Silva Nascimento (2012)**

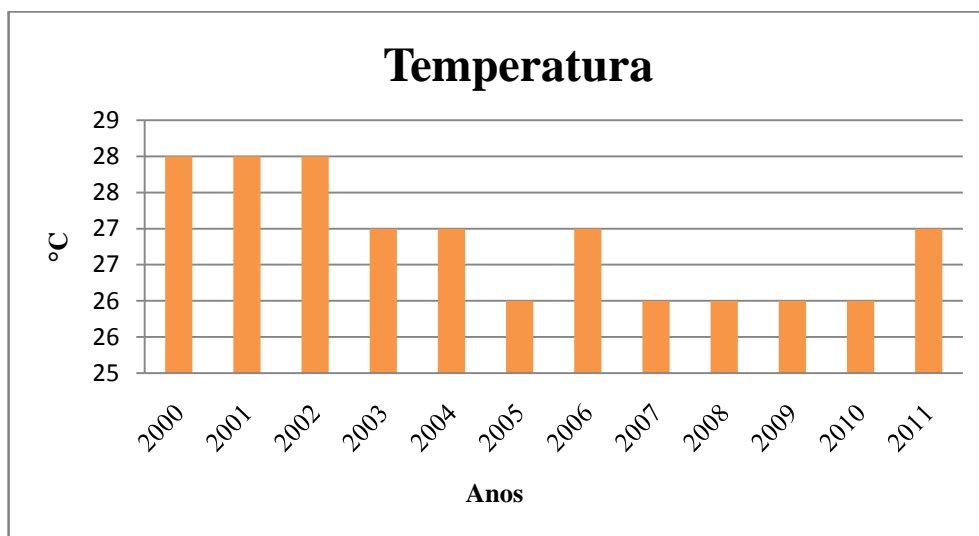
## 4.2 Avaliação Qualidade da Água

Segundo a Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) há mais de 70 padrões de parâmetros de qualidade da água, que traduzem as principais características físicas, biológicas e químicas. Variações nesses padrões podem indicar desequilíbrio ambiental. Contudo, pode haver diferentes tolerâncias para águas salobras e doces, que variam de acordo com seu uso.

### 4.2.1 Água Doce – AB01

Em relação à Temperatura (Gráfico 1) das águas, ao longo dos anos manteve-se em uma média entre 26° C a 28°C. De acordo com Azevedo (1999) *apud* Costa (2008) o aumento da temperatura provoca a diminuição da solubilidade dos gases e acelera o metabolismo dos organismos, acarretando na redução da quantidade de oxigênio dissolvido da água, sendo assim, a temperatura tem relação direta nas interações entre os poluentes e os ecossistemas aquáticos.

Gráfico 1 – Valores da média da Temperatura para Estação AB01- Água Doce

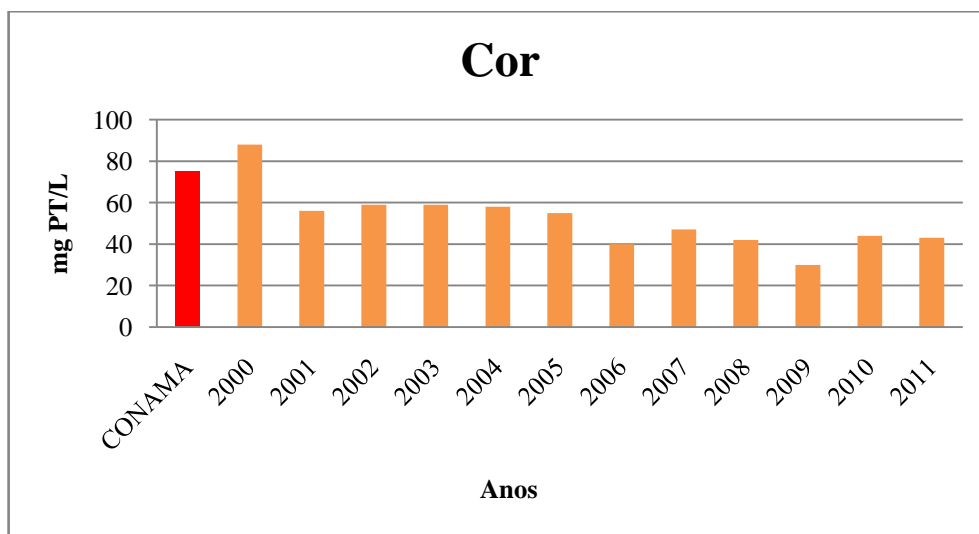


Fonte: SUDEMA

Em relação à Cor (Gráfico 2), os valores analisados mostram que apenas no ano de 2000 esteve fora dos padrões exigidos, onde ultrapassou o limite de até 75 mg Pt/L<sup>-1</sup>. Isto pode ocorrer devido aos despejos de resíduos agrícolas e industriais que podem alterar a cor da água.



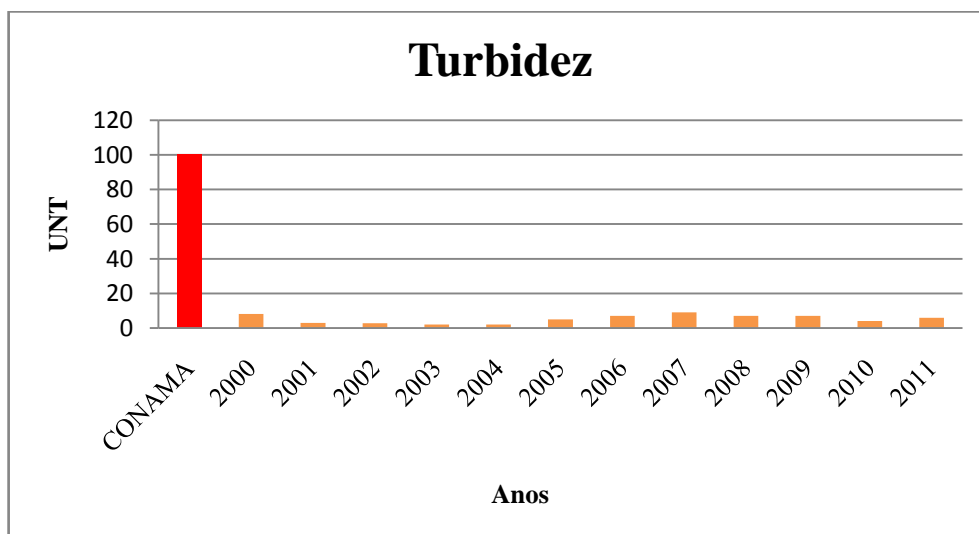
**Gráfico 2 – Valores da média da Cor para Estação AB01 - Água Doce**



Fonte: SUDEMA

No que se referem aos valores da Turbidez (Gráfico 3), estes estão dentro dos padrões exigidos pelo CONAMA 357/2005 que é de até 100 UNT. Tais valores refletem a baixa presença de partículas em suspensão na água que podem ser inorgânicas, tais como areia, silte, argila, detritos orgânicos, tais como algas e bactérias, plâncton em geral e podendo também ser antropogênicas, tais como esgotos domésticos e efluentes industriais.

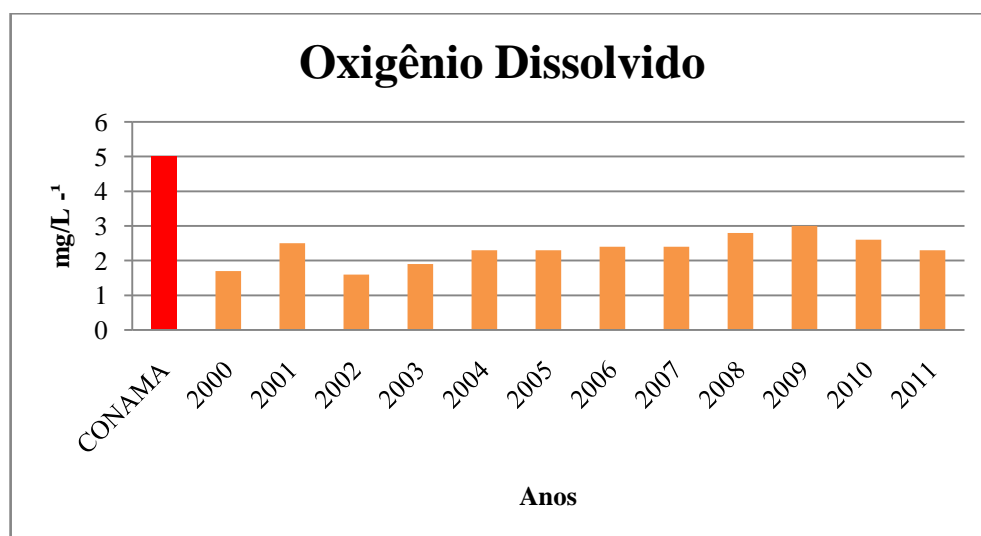
**Gráfico 3 – Valores da média da Turbidez para Estação AB01 - Água Doce**



Fonte: SUDEMA

No que se refere ao Oxigênio Dissolvido (OD) (Gráfico 4) os valores encontram-se fora dos padrões exigidos pela Resolução em todos os anos, pois os valores não podem ser inferior a 5mg/L O<sub>2</sub>. Esse baixo teor de oxigênio dissolvido encontrado nos rios é provavelmente causado pelas bactérias que consomem oxigênio nos seus processos metabólicos, ocasionando a diminuição do oxigênio na água e a morte da biota, também há relação com a ação antrópica, onde existe concentração urbana e lançamento de efluentes com alta carga orgânica.

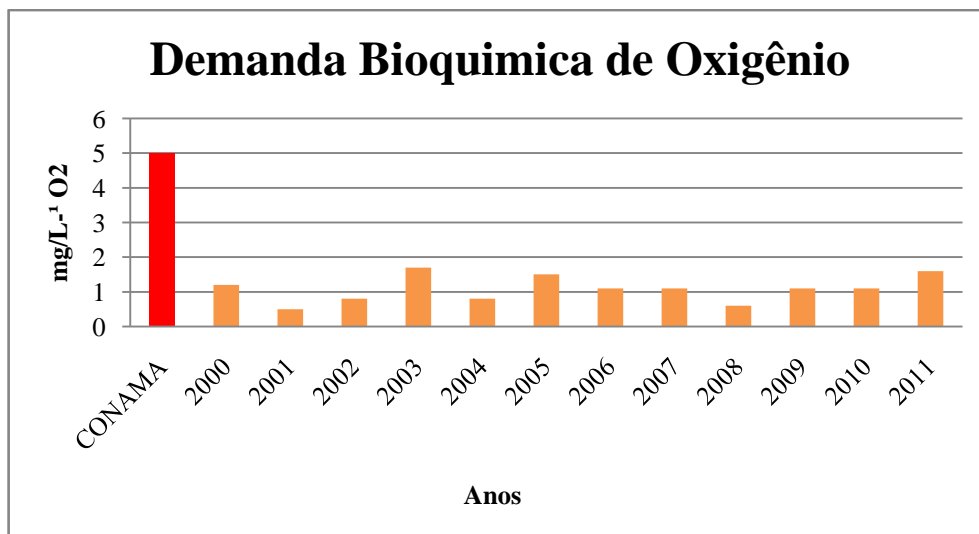
**Gráfico 4 – Valores da média do Oxigênio Dissolvido para a Estação AB01 - Água Doce**



**Fonte: SUDEMA**

No que se refere aos valores da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) (Gráfico 5) todos os valores estão dentro do limite permitido que é de até 5 mg/L-1 O<sub>2</sub>.

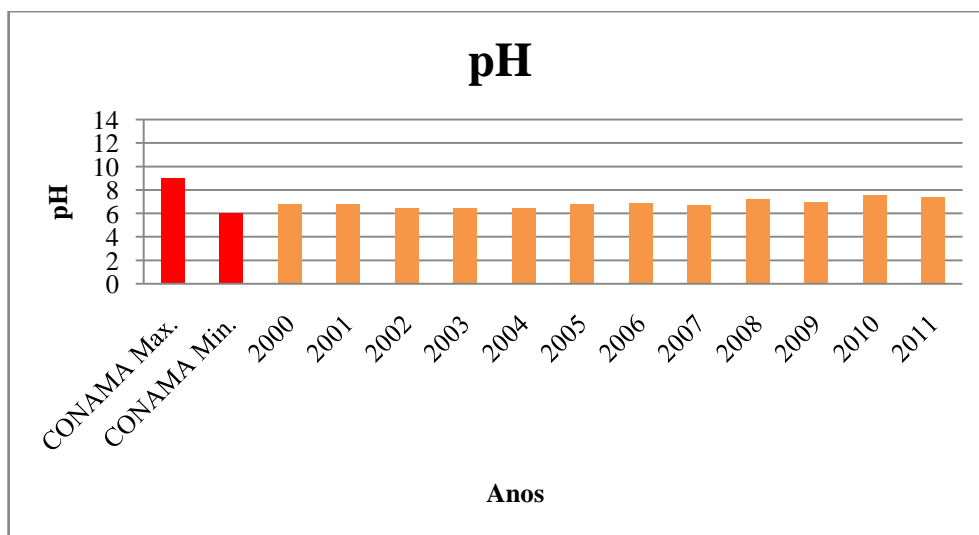
Gráfico 5 – Valores da média da Demanda Bioquímica de Oxigênio para a Estação AB01 - Água Doce



Fonte: SUDEMA

No tocante aos valores exigidos pelo CONAMA 357/2005, o pH (Gráfico 6) manteve-se dentro do limite permitido que é entre 6 a 9.

Gráfico 6 – Valores da média do pH para a Estação AB01 - Água Doce

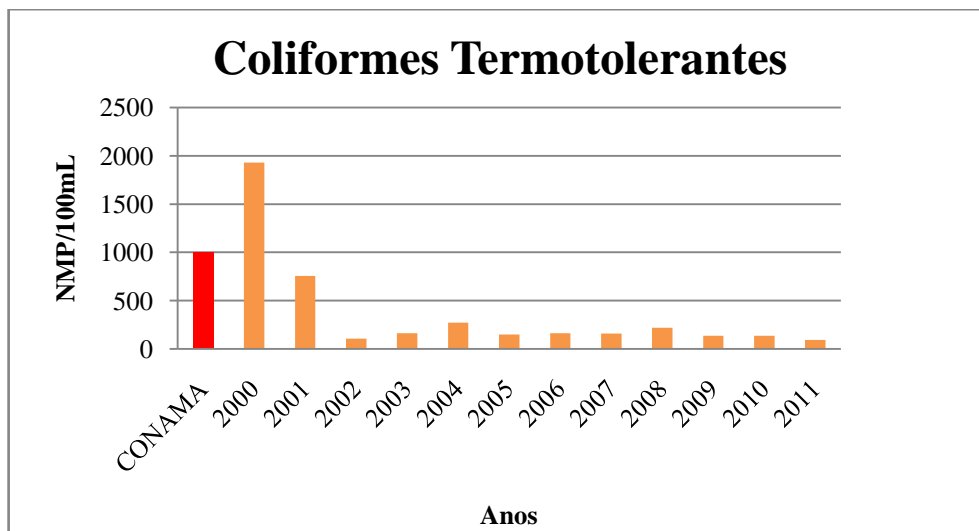


Fonte: SUDEMA

No que se refere aos valores dos Coliformes Termotolerantes (Gráfico 7) apenas o ano de 2000 esteve fora dos padrões exigidos pela Resolução, pois ultrapassou o limite máximo de até 1000 NMP/100mL. Tal aumento é o indicador de contaminação fecal, onde

possivelmente houve os despejos de esgotos domésticos nos corpos d'água sem o devido tratamento.

**Gráfico 7 – Valores da média dos Coliformes Termotolerantes para a Estação AB01- Água Doce**

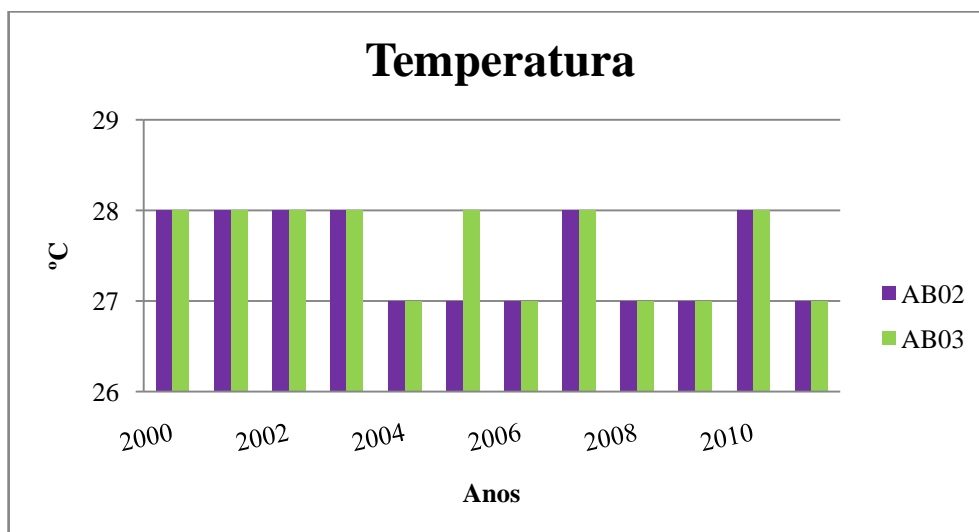


Fonte: SUDEMA

#### 4.2.2 Águas Salobras – AB02 e AB03

Quanto aos valores da Temperatura (Gráfico 8) os valores registrados variam entre 27°C e 28°C.

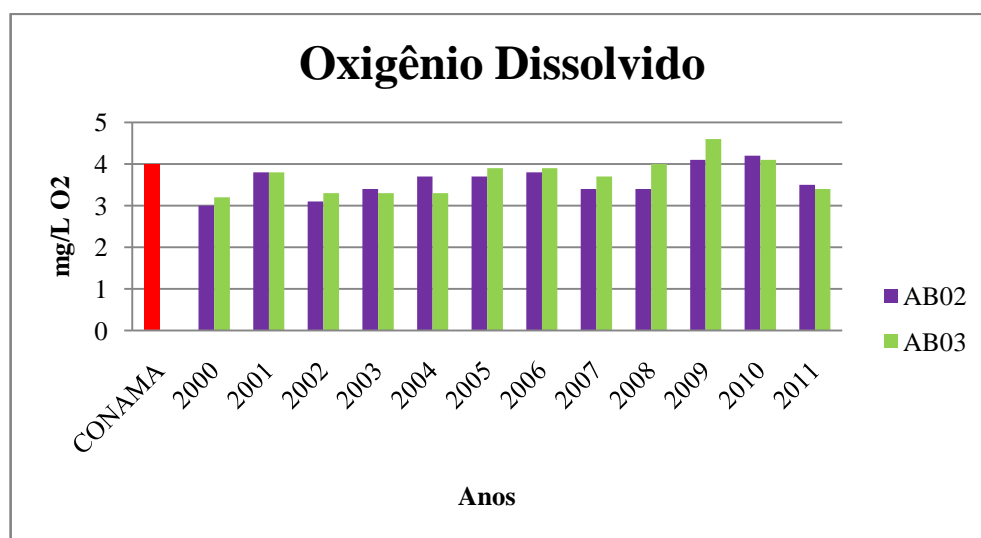
**Gráfico 8 – Valores da média da Temperatura para as Estações AB02 e AB03 - Águas Salobras**



Fonte: SUDEMA

No que se refere ao Oxigênio Dissolvido (Gráfico 9), à maioria dos valores encontram-se fora dos padrões exigidos pela Resolução do CONAMA 357/05, pois não pode ser inferior a 4 mg/L O<sub>2</sub>, apenas nos anos de 2009 e 2010, tanto na estação AB02, quanto na estação AB03 estiveram dentro dos padrões.

**Gráfico 9 – Valores da média do Oxigênio Dissolvido para as Estações AB02 e AB03 - Águas Salobras**



**Fonte: SUDEMA**

Quanto aos valores do Potencial Hidrogeniônico (Gráfico 10) nos anos de 2002 e 2006 na estação AB02 e na estação AB03, no ano 2003 na estação AB02, e nos anos de 2004 e 2007 na AB3 a alteração foi pouca, esta acidez pode está associado à presença de despejos de esgotos e industriais, e desta forma, afetar a vida organismos marinhos existente no rio. Os outros anos estão dentro dos padrões exigidos pelo CONAMA 357/05 que é entre 6,5 a 8,5.

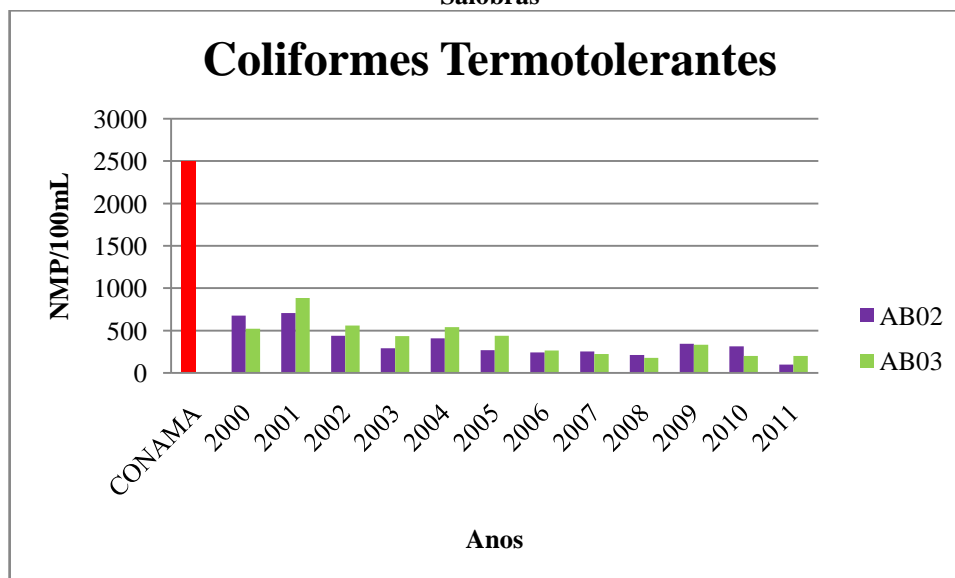
**Gráfico 10 – Valores da média do PH para as Estações AB02 e AB03 - Águas Salobras**



Fonte: SUDEMA

Quanto aos valores dos Coliformes Termotolerantes (Gráfico 11) encontram-se dentro dos padrões exigidos pela Resolução que é de até 2500 NMP/100mL.

**Gráfico 11 – Valores da média dos Coliformes Termotolerantes para as Estações AB02 e AB03 - Águas Salobras**



Fonte: SUDEMA

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área da Bacia Hidrográfica do Rio Abiaí vem passando por um crescente e rápido processo de urbanização com pouco ou nenhum planejamento. O desmatamento e a poluição dos corpos hídricos podem estar diretamente relacionados a este tipo de ocupação.

A importância ambiental dos estuários torna fundamental a sua preservação e conservação, isso porque a carga ambiental que estes sistemas abrigam é de suma importância para a conservação de inúmeras espécies fluviais e marinhas, já que são considerados como berçário ecológico.

Quanto à avaliação da qualidade da água, os resultados obtidos dos parâmetros da qualidade de água indicaram problemas de poluição no Rio Abiaí, sendo resultados das ações antrópicas, principalmente indústrias, atividades agrícolas, imobiliárias. Desta forma, excedendo o limite máximo exigido pelo CONAMA nº 357/2005.

Por fim, verifica importância do contínuo monitoramento dos parâmetros de qualidade da água, e do uso e ocupação do solo. Tendo por necessidade a articulação e integração entre as políticas públicas e ações do Estado da Paraíba. Propondo um planejamento e melhoria da qualidade da água e do uso e ocupação do solo para proteger a vegetação nativa e para atender a população que utiliza das águas deste rio e do solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHÃO, Raphael. **Impactos do Lançamento de Efluentes na Qualidade da Água do Riacho Mussuré**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. João Pessoa. UFPB, 2006. 140p.

AESA- Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Proposta de Instituição do Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul, Conforme Resolução No 1, De 31 De Agosto De 2003, do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba. Paraíba. 2004.

ALVES, Aurilea Bessa. **Estuário do rio Acaraú: Impactos ambientais e implicações na qualidade dos recursos hídricos**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia. Fortaleza. UECE, 2008. 131p.

ANA: Agência Nacional de Águas (Brasil). Disponibilidade e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil. Brasília, 2005, 123p. Disponível em <<http://arquivos.ana.gov.br/planejamento/planos/pnrh/VF%20DisponibilidadeDemanda.pdf>>. Acessado em 20 de Maio de 2014.

\_\_\_\_\_. Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. – Brasília, 2011. 154 p. Disponível em <[http://www.pnuma.org.br/admin/publicacoes/texto/Cuidando\\_das\\_aguas\\_final\\_baixa.pdf](http://www.pnuma.org.br/admin/publicacoes/texto/Cuidando_das_aguas_final_baixa.pdf)>. Acessado em 20 de Maio de 2014.

ARAÚJO, Lincoln Eloi de. et al. Bacias Hidrográficas e Impactos Ambientais. **Revista Qualitas**. João Pessoa. v. 8, n. 1, p. 1-18, 2009.

BEZERRA, Ivanhoé Soares. **Análise de Riscos à Perda de Solo Para Cenários de Uso e Ocupação Atual e Potencial da Bacia Hidrográfica do Rio Abiaí-Papocas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental. João Pessoa, UFPB, 2013. 119p.



CAVEDON, Ari Dêlcio; SHINZATO, Edgar; JACQUES, Patrícia Duringer. **Projeto Porto Seguro-Santa Cruz Cabralia**: Levantamento de reconhecimento de solos, capacidade de uso das terras e uso do solo e cobertura vegetal. Salvador: CPRM/SA, 2000. 94 p. Disponível em < <http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=765&sid=39>>. Acessado em 25 de Julho de 2014.

CIRM - Comissão Interministerial para os Recursos do Mar; GI-GERCO - Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro. **Plano De Ação Federal Da Zona Costeira Do Brasil**. Brasília, 2005.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Ministério do Meio Ambiente.

COSTA, Emily Cintia Tosse de Araújo. **Diagnóstico Ambiental das Águas do Estuário Jundiaí-Potengi Pela Determinação dos Índices de Qualidade da água e Toxidez**. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química. Natal- RN, UFRN, 2008. 135p.

COSTA, Magdalena Duarte. **Qualidade da água do estuário do rio Sanhauá na Paraíba e conflitos de usos existentes na área de influência do antigo Lixão do Roger**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) PPGEU / Centro de Tecnologia / Campus I / Universidade Federal da Paraíba – UFPB. João Pessoa, 2009. 104p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.

FRICK, Julia Menegotto. **Estudo do Monitoramento de Efluentes Líquidos Industriais de Frigoríficos no Rio Grande do Sul**. Trabalho de Conclusão de Curso. Rio Grande do Sul. UFRGS. 2011, 33p.

FURRIER, Max. **Caracterização Geomorfológica e do Meio Físico da Folha João Pessoa – 1:100.000**. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia Física da Universidade de São Paulo – São Paulo. USP, 2007. 213p.

GADELHA, Carmen Lúcia Moreira; FILGUEIRA, Hamílcar José Almeida; CAMPOS, Lúcio Fábio; QUININO, Uziel Cavalcanti de Medeiros. **O Uso De Agrotóxicos Nas Áreas Irrigadas**

Da Bacia Do Rio Gramame No Estado Da Paraíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21, João Pessoa, 16-21 set. 2001.

GODOY, Mario Duarte Pinto. **Mudanças Na Sedimentação No Estuário Do Rio Jaguaribe (Ce) Devido A Mudanças Nos Usos Do Solo**. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) /Instituto de Ciências do Mar/ Universidade Federal do Ceará. Ceará. UFC, 2011. 131p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro, 2010. 219p. Disponível em < [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB\\_2008.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf) >. Acessado em 25 de Maio de 2014.

LIMA, Nadia Gilma de Beserra. Características Estruturais dos Manguezais da Foz do Rio Ribeira De Iguape -Iguape/Sp. **Revista Geografia: Ensino & pesquisa**. v. 12, n. 2, p. 3392-3045, 2008. Disponível em <http://w3.ufsm.br/vslagf/eixo3.pdf> > Acessado em: 15 de Abril de 2014

MAIA, Luis Parente; LACERDA, Luiz Dudre de; MONTEIRO, Leonardo Hislei Uchôa; SOUSA, Guilherme Marques de. **Atlas dos Manguezais do Nordeste do Brasil: Avaliação das áreas de manguezais dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco**. 2006. Disponível em < [http://www.inct-tmcocean.com.br/pdfs/Salomons/01\\_AtlasdosManguezaisdoNordestedoBrasil.pdf](http://www.inct-tmcocean.com.br/pdfs/Salomons/01_AtlasdosManguezaisdoNordestedoBrasil.pdf) > . Acessado em: 15 de Abril de 2014.

MENDONÇA, Francisco. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MORAIS, Rute Maria Oliveira de; MELLO, Claudio Limeira; COSTA, Fabio de Oliveira; SANTOS, Paula de Freitas. Fácies Sedimentares e Ambientes Depositionais Associados aos Depósitos da Formação Barreiras no Estado do Rio de Janeiro. **Revista do Instituto de Geociências – USP**. São Paulo, v. 6, n. 2, p. 19-30, 2006.

MOREIRA, Emilia; TARGINO, Ivan. Capítulos de Geografia Agrária da Paraíba. João Pessoa. EDUEPB, 1997.

NASCIMENTO, José Jerônimo de Souza. **Caracterização do Uso e Ocupação do Solo no Entorno no Estuário no Rio Abiaí**. UFPB, 2012,

PAZ, Ronilson José da. **Estudo das Condições Físico-Químicas do Rio Gramame, Conde**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 1988. 48p.

PEREIRA, Carla Andréa Gonçalves. **Caracterização Estuarina Do Manguezal No Rio Gramame**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia), João Pessoa, Paraíba. 2000. 50p.

PETRI, Detony José Calenzani. **Estrutura da Floresta de Mangue do Estuário do Rio Benevente**. Anchieta, ES. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biologia). Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campos dos Goytacazes – Rio de Janeiro, 2009. 29p.

RAMOS, Maria Angélica Barreto, **Estudos Geoquímicos Relativamente à Dinâmica de Marés no Estuário Lagunar Do Rio Paraguaçu**. Dissertação (Mestrado em Geoquímica) Universidade Federal da Bahia. Bahia; 1993. 96p.

RODRIGUES, Francisco Gleison de Souza. **O Agronegócio da Carcinicultura Marinha e os Conflitos Sociais e Ambientais de Uso e Ocupação do Estuário do Rio Jaguaribe no Município de Aracati-CE**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Ceará: UFC, 2007. 122p.

SANTANA, Derli Prudente. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. 1 ed. Minas Gerais. 2003. 63p.

SANTOS, Marquiline Silva; FREITAS, Gilvonte Araújo de; FURRIER, Max. Análise Morfométrica e Índícios de Ação Neotectônica na Área Correspondente à Folha Pitimbu, Litoral Sul Da Paraíba, Nordeste Do Brasil. **Cadernos de Geociências**. Paraíba; v.10, n.2, p. 139-149, 2013.

SANTOS, José Ésio dos Santos. **A Carcinicultura no Ceará: Principais Impactos Ambientais em uma Fazenda no Cumbe – Estuário do Rio Jaguaribe**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca). Ceará. UFC, 2006. 79p.

SCHMIEGELOW, João Marcos Miragaia. **O Planeta Azul – Uma Introdução às Ciências Marinhas**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2004. 202p.

SEMARH – Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais; SCIENTEC – Associação para o Desenvolvimento da Ciência de Tecnologia. **Sistema Adutor Abiaí-Papocas**. João Pessoa. 2000.

SILVA, Kartinalle Lima; AZEVEDO, Vivanny Carmem Fernandes de; LEITE, Eugênio Pacelli Fernandes. Mapeamento e Análise do Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Rio Cuiá a Partir de Imagem do Satélite *Quickbird*. In: CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 5, 2010, Maceió. *Anais...* Maceió, 2010.

SILVA, Lucimary Albuquerque da. **Sedimentologia do Canal de Santa Cruz - Ilha de Itamaracá - PE**. Dissertação (Mestrado em Geologia Sedimentar). Pós-Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências. UFPE. 2004. 98p.

SILVA, M. C. Estuários – Critérios para uma classificação ambiental. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Volume 5, n 1, Jan/Mar. 25-35p, 2000.

SUGUIO, Kenitiro; Geologia sedimentar. São Paulo. Blucher, 2003. 261p.

TEODORO, Valter Luiz Iost; TEXEIRA, Denilson; COSTA, Daniel Jadyr Leite; FULLER, Beatriz Buda. O Conceito de Bacia Hidrográfica Importância da Caracterização Morfométrica Para o Entendimento da Dinâmica Ambiental Local. **Revista UNIARA**. São Paulo, n.20, p. 137-156, 2007.

VERAS, Ana Odília de Carvalho. **Impactos socioambientais no estuário do Rio Jaguaribe: o caso da cidade de Aracati-CE**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Fortaleza, 2010. 220p.

WHO – World Health Organization. **Progress on Sanitation and Drinking-Water**. 2013. Disponível em <  
[http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/81245/1/9789241505390\\_eng.pdf?ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/81245/1/9789241505390_eng.pdf?ua=1)> Acessado em: 17 de Abril de 2014.

XAVIER, Christine Da Fonseca. **Avaliação da Influência do Uso E ocupação do Solo e de Características Geomorfológicas Sobre a Qualidade a das Águas de Dois Reservatórios da Região Metropolitana de Curitiba – Paraná**. Dissertação (Mestrado em Solos) –

Programa de Pós Graduação em Ciências do Solo da Universidade Federal do Paraná – Curitiba. UFPR. 2005. 154p.